

STATUS RESISTENSI *Aedes aegypti* TERHADAP INSEKTISIDA DALAM PENGENDALIAN VEKTOR PENYAKIT DEMAM BERDARAH

Demam Berdarah Dengue (DBD) adalah penyakit yang ditandai dengan demam tinggi mendadak, tanpa sebab yang jelas, berlangsung terus-menerus selama 2-7 hari disertai dengan manifestasi perdarahan (petekie, purpura, perdarahan konjungtiva, epistaksis, ekimosis, perdarahan mukosa, epistaksis, perdarahan gusi, hematemesis, melena, hematuri) termasuk uji Tourniquet (Rumple Leede) positif DBD pada umumnya menyerang anak-anak, terlihat adanya kecenderungan kenaikan proporsi pada kelompok umur dewasa. Penyebab DBD adalah virus dengue.



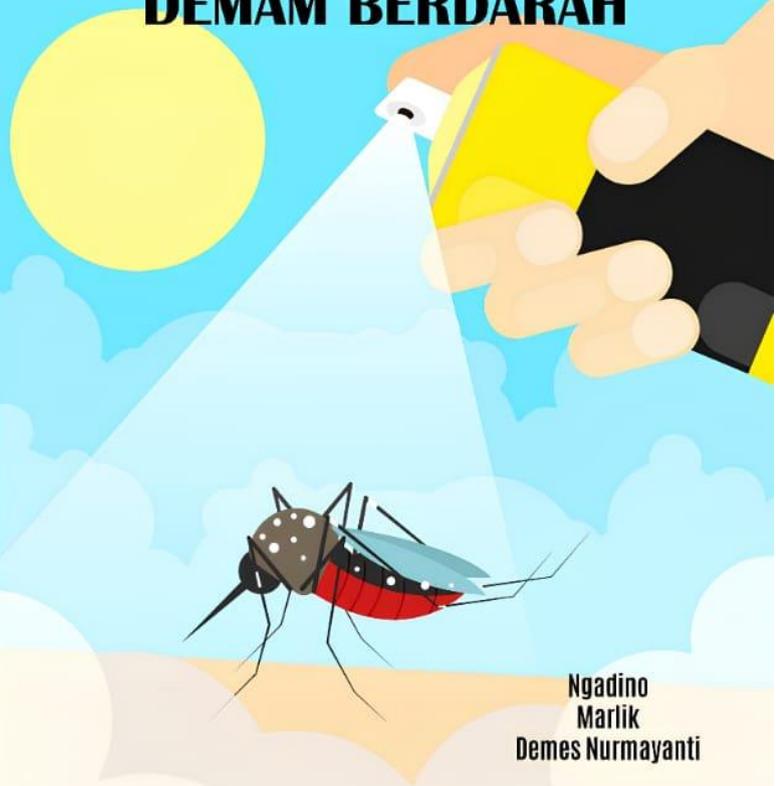
PT MAFY MEDIA LITERASI INDONESIA
ANGGOTA IKAPI 041/SBA/2023
Email : penerbitmafya@gmail.com
Website : penerbitmafya.com
FB : Penerbit Mafy



STATUS RESISTENSI *Aedes aegypti* TERHADAP INSEKTISIDA DALAM PENGENDALIAN VEKTOR PENYAKIT DEMAM BERDARAH



STATUS RESISTENSI *Aedes aegypti* TERHADAP INSEKTISIDA DALAM PENGENDALIAN VEKTOR PENYAKIT DEMAM BERDARAH



Ngadino
Marlik
Demes Nurmayanti

MONOGRAF

STATUS RESISTENSI
Aedes aegypti
TERHADAP INSEKTISIDA
DALAM PENGENDALIAN
VEKTOR PENYAKIT
DEMAM BERDARAH

UU No 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Pelindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- i. penggunaan kutipan singkat ciptaan dan/atau produk hak terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- ii. penggandaan ciptaan dan/atau produk hak terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- iii. penggandaan ciptaan dan/atau produk hak terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan fonogram yang telah dilakukan pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- iv. penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu ciptaan dan/atau produk hak terkait dapat digunakan tanpa izin pelaku pertunjukan, produser fonogram, atau lembaga penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

MONOGRAF

STATUS RESISTENSI
Aedes aegypti
TERHADAP INSEKTISIDA
DALAM PENGENDALIAN
VEKTOR PENYAKIT
DEMAM BERDARAH

Ngadino

Marlik

Demes Nurmayanti



**STATUS RESISTENSI *Aedes aegypti* TERHADAP
INSEKTISIDA DALAM PENGENDALIAN VEKTOR
PENYAKIT DEMAM BERDARAH**

Penulis:

**Ngadino
Marlik
Demes Nurmayanti**

Editor:

Slamet Wardoyo

Desain Cover:

Mafy Media

Sumber Gambar Cover:

Freepick.com

Ukuran:

iv, 70 hlm., 15,5 cm x 23 cm

ISBN:

978-623-8506-63-7

Cetakan Pertama:

Januari 2024

**Hak Cipta Dilindungi oleh Undang-undang. Dilarang
menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak
sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari
Penerbit.**

**PT MAFY MEDIA LITERASI INDONESIA
ANGGOTA IKAPI 041/SBA/2023**

Kota Solok, Sumatera Barat, Kode Pos 27312

Kontak: 081374311814

Website: www.penerbitmafy.com

E-mail: penerbitmafy@gmail.com

DAFTAR ISI

PRAKATA	vii
BAB 1 VEKTOR PENYAKIT DEMAM BERDARAH.....	1
A. Taksonomi	1
B. Morfologi	2
C. Tata Hidup / Siklus Hidup	3
D. Bionomik Vektor	10
BAB 2 PENYAKIT DEMAM BERDARAH DENGUE	15
A. Pengertian Penyakit Demam Berdarah	15
B. Penyebab Penyakit Demam Berdarah.....	16
C. Tanda – Tanda Penyakit Demam Berdarah	17
D. Pertolongan Pertama pada Penderita Penyakit Demam Berdarah Dengue.....	19
E. Mekanisme Penularan Penyakit Demam Berdarah.....	21
BAB 3 PENGENDALIAN DAN UPAYA PENCEGAHAN PENYAKIT DEMAM BERDARAH	23
A. Tujuan Pengendalian.....	23
B. Jenis Pengendalian	28
BAB 4 JENIS – JENIS INSEKTISIDA DALAM PROGRAM PENGENDALIAN VEKTOR DBD	31
BAB 5 UJI RESISTENSI NYAMUK <i>Aedes aegypti</i> TERHADAP INSEKTISIDA.....	37
A. Uji Resistensi Dengan Susceptibility Test	43
B. Uji Resistensi Dengan Metode ELISA.....	52
C. Uji Resistensi Dengan Di Laboratorium Metode PCR.....	57
DAFTAR PUSTAKA	67

PRAKATA

Segala puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan yang maha Esa, karena atas pertolongan dan limpahan rahmatnya sehingga penulis bisa menyelesaikan buku yang berjudul **STATUS RESISTENSI *Aedes aegypti* TERHADAP INSEKTISIDA DALAM PENGENDALIAN VEKTOR PENYAKIT DEMAM BERDARAH.**

Kami menyadari bahwa buku yang ada ditangan pembaca ini masih banyak kekurangan. Maka dari itu kami sangat mengharapkan saran untuk perbaikan buku ini dimasa yang akan datang. Dan tidak lupa kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penerbitan buku ini. Semoga buku ini dapat membawa manfaat dan dampak positif bagi para pembaca.

Penulis

BAB 1

VEKTOR PENYAKIT DEMAM BERDARAH

A. Taksonomi

Taksonomi nyamuk digolongkan/diklasifikasi dan dikelompokkan berdasarkan karakteristik. Tujuan dari taksonomi adalah untuk mengidentifikasi, mengelompokkan, dan memahami hubungan antara berbagai jenis makhluk hidup tersebut. Adapun Taksonomi nyamuk *Aedes aegypti* adalah sebagai berikut (Dinata, 2016) :

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Arthropoda
Kelas	: Insekta
Ordo	: Diptera
Subordo	: Nematosera
Familia	: Culicidae
Sub family	: Culicinae

Tribus	: Culicini
Genus	: Aedes
Spesies	: Aedes aegypti

B. Morfologi

Black-white mosquito adalah nyamuk *Aedes aegypti*. (Diptera: Culicidae), Nyamuk *Aedes aegypti* adalah hewan yang memiliki ukuran yang kecil berwarna hitam, dengan ditandai pada punggung hewan tersebut terdapat dua garis vertical putih dan pada kaki terdapat garis – garis putih horizontal(pada sendi kaki terdapat gelang-gelang putih). Panjang badan nyamuk antara 3-4 mm dengan bintik-bintik putih pada thorax dan pada abdomen terdapat zebra cross putih hitam. Di bagian dorsal dari toraks terdapat bentuk bercak yang khas berupa dua garis sejajar di bagian tengah dan dua garis lengkung di tepinya. Bentuk abdomen nyamuk betinanya lancip pada ujungnya dan memiliki cerci yang lebih panjang dari cerci pada nyamuk-nyamuk lainnya. Ukuran tubuh nyamuk betinanya lebih besar dibandingkan nyamuk jantan.

C. Tata Hidup / Siklus Hidup

1. Telur

Telur *Aedes*, berbentuk oval pada saat baru menetas mula-mula berwarna putih kemudian berubah menjadi hitam, telur tersebut diletakkan terpisah satu persatu pada dinding kontainer diatas permukaan air pada saat telur tersebut kontak dengan air, maka dalam 1-2 hari menetas menjadi larva. Karakteristik telur *Aedes aegypti* panjangnya panjang 0,80 mm dan beratnya 0,0113 mg. Setiap kali bertelur nyamuk betina dapat bertelur hingga 100 butir. Telur nyamuk *Aedes aegypti* dapat bertahan selama 6 bulan dan dapat menetas apabila terendam air lagi. Sebagian besar nyamuk *Aedes aegypti* betina meletakkan telurnya dalam beberapa tempat penampungan air setiap kali siklus gonotropik. Perkembangan embrio biasanya selesai dalam 48 jam di lingkungan yang hangat dan lembab (Mubarak, 2020).

Faktor-faktor yang mempengaruhi daya tetas telur adalah suhu, pH air perindukkan, cahaya, serta

kelembaban di samping fertilitas telur itu sendiri (Elviani, 2019).



Gambar 2.1 Telur *Aedes aegypti*

(Sumber : Elviani, Lucky, 2019)

2. Larva

Perkembangan Larva tergantung pada suhu, kepadatan populasi, dan ketersediaan makanan. Larva berkembang pada suhu 28oC sekitar 10 hari, pada suhu air antara 30-40oC larva akan berkembang menjadi pupa dalam 5-7 hari. Larva lebih menyukai air bersih, akan tetapi tetap dapat hidup air keruh baik bersifat asam atau basa. Larva *Aedes aegypti* melalui 4 stadium larva dari instar I, II, III dan IV. Larva beristirahat di air kemudian membentuk sudut dengan permukaan dan menggantung hampir tegak lurus (Ariani, 2016).

a. Instar I

Fase ini jentik berukuran $\pm 1-2$ mm, berwarna transparan, duri duri pada dada belum terlihat, dan corong pernafasan yang belum menghitam.

b. Instar II

Jentik pada fase ini berukuran $\pm 2,5-3,8$ mm, duri-duri pada dada belum terlihat, dan corong pernafasan yang sudah mulai menghitam.

c. Instar III

Perubahan yang terjadi pada fase ini hanya berupa ukuran jentik yang semakin membesar daripada instar II.

d. Instar IV

Fase ini sudah terlihat dengan jelas anatomi dari jentik nyamuk, sehingga sudah dapat dibedakan antara kepala (cephal), dada (thorax), dan perut (abdomen).

Bagian kepala terdapat sepasang mata majemuk, sepasang antena tanpa duri-duri, dan alat mulut tipe mengunyah (chewing). Bagian dada tampak paling besar dan terdapat bulu-bulu yang simetris. Perut tersusun atas

8 ruas. Ruas perut ke-8, ada alat untuk bernafas yang disebut corong pernafasan. Corong pernafasan tanpa duri-duri berwarna hitam, dan ada seberkas bulu-bulu (brush) di bagian Central dan gigi-gigi sisir (comb) yang berjumlah 15-19 gigi yang tersusun dalam 1 baris. Gigi-gigi sisir dengan lekukan yang jelas membentuk gerigi. Larva ini tubuhnya langsing dan bergerak sangat lincah, bersifat fototaksis negatif, dan waktu istirahat membentuk sudut hampir tegak lurus dengan bidang permukaan air. Lamanya perkembangan larva akan bergantung pada suhu, ketersediaan makanan, dan kepadatan larva, pada sarang (WHO, 2005).



Gambar 2.2 Larva *Aedes aegypti*

(Sumber : Ringga, 2013)

3. Pupa

Pupa nyamuk *Aedes aegypti* bentuk tubuhnya bengkok, dengan bagian kepala dada (cephalotorax) lebih besar bila dibandingkan dengan bagian perutnya, sehingga tampak seperti tanda baca "koma". Pada bagian punggung (dorsal) dada terdapat alat bernafas seperti terompet. Pada ruas perut ke-8 terdapat sepasang alat pengayuh yang berguna untuk berenang. Alat pengayuh tersebut berjumbai panjang dan bulu di nomor 7 pada ruas perut ke-8 tidak bercabang. Pupa adalah bentuk tidak makan, tampak gerakannya lebih lincah bila dibandingkan dengan larva. Waktu istirahat, posisi pupa sejajar dengan bidang permukaan air. Pupa juga membutuhkan lingkungan akuatik (air). Pupa adalah fase inaktif yang tidak membutuhkan makan, namun tetap membutuhkan oksigen untuk bernafas. Untuk keperluan pernafasannya pupa berada di dekat permukaan air. Lama fase pupa tergantung dengan suhu air dan spesies nyamuk yang lamanya dapat berkisar antara satu hari sampai beberapa minggu (Haditomo, 2010).

Kondisi optimum waktu yang dibutuhkan mulai dari penetasan sampai kemunculan nyamuk dewasa akan berlangsung sedikitnya selama 7 hari, termasuk dua hari untuk masa menjadi pupa. Akan tetapi pada suhu rendah, mungkin akan dibutuhkan beberapa Minggu untuk kemunculan nyamuk dewasa (WHO, 2005)



Gambar 2.3 Pupa *Aedes aegypti*

(Sumber : Ringga, 2013)

4. Dewasa

Nyamuk *Aedes aegypti* dewasa berukuran kecil, berwarna hitam dengan bintik-bintik putih di tubuhnya dan disertai gelang-gelang putih dipersendian kakinya. Tubuh dibagi menjadi tiga bagian terdiri atas kepala, thorax dan abdomen. Tanda khas *Aedes aegypti* berupa

gambaran lyre for pada bagian dorsal thorax (mesentum). Nyamuk *Aedes aegypti*. betina mampu bertahan hidup antara 2 minggu sampai 3 bulan (rata-rata 1 bulan), tergantung suhu atau kelembaban udara di sekitarnya. Sementara nyamuk jantan hanya mampu bertahan hidup dalam jangka waktu 6-7 hari, tepatnya nyamuk kawin dan akan segera mati. Perubahan dari pupa menjadi nyamuk dewasa membutuhkan 7-10 hari.

Hanya nyamuk betina yang menghisap darah dan bersifat Anthropofilic, darah digunakan untuk memenuhi zat putih telurnya. Sedangkan nyamuk jantan tidak bisa menggigit/menghisap darah, melainkan hidup dari sari bunga tumbuh-tumbuhan. Pada bagian kepala terdapat sepasang mata majemuk dan antena yang berbulu. Alat mulut nyamuk betina tipe penusuk-pengisap (piercing-sucking) dan termasuk lebih menyukai manusia (Anthropofilic), sedangkan nyamuk jantan bagian mulut lebih lemah sehingga tidak mampu menembus kulit manusia, karena itu tergolong lebih menyukai cairan tumbuhan (phytophagus). Nyamuk betina mempunyai

antena tipe pilose sedangkan nyamuk jantan tipe pulmose (Elviani, 2019)



Gambar 2.4 Nyamuk *Aedes aegypti*
(Catherine Zettel, 2016)

D. Bionomik Vektor

Bionomik adalah ilmu yang mempelajari hubungan antara organisme dengan lingkungannya, memahami sejauh mana organisme dapat ditemukan di berbagai habitat geografis dan bagaimana penyebaran, serta perilaku meliputi pola makan, reproduksi, migrasi, dan kemampuan beradaptasi terhadap lingkungan.

Indonesia merupakan negara tropis yang memiliki dua musim yaitu hujan dan kemarau, Keuntungan bagi vector

nyamuk *Ae. Aegypti* adalah mereka dapat berkembangbiakan bagus sehingga meningkatkan kepadatan populasi nyamuk *Ae. Aegypti*. Peningkatan populasi nyamuk *Ae. Aegypti*, maka semakin besar pula vector penyebab penyakit demam berdarah. Bionomik nyamuk meliputi: tempat bertelur (breeding habit), kesenangan menggigit (feeding habit), kesenangan tempat istirahat (resting habit), jarak terbang. Bionomik vektor nyamuk *Ae. Aegypti* sebagai berikut :

1. Tempat bertelur (breeding habit)

Bionomik nyamuk *Ae. aegypti* L. dewasa adalah bertelur di air yang bersih dan jernih serta tidak terkontaminasi bahan kimia dan material organik, seperti Tempat penampungan air (TPA) air bersih dan air minum, Tempat yang dapat menampung air, seperti : ban bekas, kaleng bekas dan lain lain; Tempat penampungan air yang tidak dibuat oleh manusi melainkan secara alami akan membentuk lengkungan yang mampu menampung air seperti lubang batu, tempurung kelapa dan lain lain

2. Kesenangan menggigit (feeding habit)

Nyamuk *Ae. aegypti* L. bersifat antropofilik yaitu menyukai darah manusia, khususnya nyamuk betina mereka menggigit untuk meminum darah sebanyak 2 – 3 kali sehari (multibiters). Darah tersebut digunakan untuk mengembangkan telurnya. Makanan untuk nyamuk jantan adalah sari bunga. Aktifitas Nyamuk *Ae. aegypti* menggigit manusia umumnya pada pukul 08.00 – 12.00 dan pukul 15.00 – 17.00 sebelum matahari terbenam.

Kebiasaan Nyamuk *Ae. Aegypti* mampu menggigit lebih dari satu orang, sehingga hal ini menyebabkan terjadinya penularan virus dengue dari satu orang ke orang lain. Biasanya dalam satu rumah tidak hanya satu yang mengalami penyakit DBD.

Nyamuk jantan tidak menggigit manusia hanya di sekitar manusia, untuk mencari betina. Nyamuk betina mampu bertelur sebanyak 100 butir, setelah tiga hari menghisap darah manusia dan mampu menghisap darah Kembali setelah 24 jam dan bertelur kembali. Umur nyamuk betina dewasa \pm 10 hari.

3. Kesenangan beristirahat (Resting habit)

Sebelum dan sesudah menggigit manusia Nyamuk *Ae. aegypti* akan beristirahat, tujuannya untuk mengenali mangsanya. Waktu yang dibutuhkan nyamuk untuk beristirahat dan mematangkan telurnya untuk nyamuk betina butuh waktu 2 – 3 hari. Tujuan dari Istirahat adalah untuk memulihkan tenaganya. Tempat istirahat yang disukai nyamuk adalah tempat yang kurang terang dan lembab seperti tirai atau kelambu, baju yang digantung, tanaman yang terlindung sinar matahari.

4. Jarak terbang

Nyamuk *Ae. aegypti* memiliki kemampuan terbang dengan jarak terpendek kurang dari 100 m.

BAB 2

TINJAUAN PENYAKIT DEMAM BERDARAH DENGUE

A. Pengertian Penyakit Demam Berdarah

Demam Berdarah Dengue (DBD) adalah penyakit yang ditandai dengan demam tinggi mendadak. tanpa sebab yang jelas, berlangsung terus-menerus selama 2-7 hari disertai dengan manifestasi perdarahan (petekie, purpura, perdarahan konjungtiva, epistaksis, ekimosis, perdarahan mukosa, epistaksis, perdarahan gust, hematemesis, melena, hematuri) termasuk uji Tourniquet (Rumple Leede) positif

DBD pada umumnya menyerang anak-anak, terlihat adanya kecenderungan kenaikan proporsi pada kelompok umur dewasa. Penyebab DBD adalah virus dengue. Masa inkubasi DBD biasanya berkisar antara 4-7 hari. Penularan DBD umumnya melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti* meskipun dapat juga ditularkan oleh *Aedes albopictus* yang biasanya hidup di kebun-kebun. Nyamuk penular DBD ini

terdapat hampir di seluruh pelosok, kecuali di tempat-tempat dengan ketinggian lebih dari 1000 meter di atas permukaan laut. Akibat penularan virus dengue. Orang yang terinfeksi virus dengue, maka dalam tubuhnya akan terbentuk zat anti (antibodi) yang spesifik sesuai dengan tipe virus dengue yang masuk. Gejala dan tanda yang timbul ditentukan oleh reaksi antara zat anti yang ada dalam tubuh dengan antigen yang ada dalam virus dengue yang baru masuk.

B. Penyebab Penyakit Demam Berdarah

Penyakit yang disebabkan infeksi virus Dengue terbagi menjadi Demam Dengue (DD), Demam Berdarah Dengue (DBD), dan Expanded Dengue Syndrome (EDS). Virus dengue masuk dalam golongan arthropod-borne viruses, genus flavivirus, famili Flaviviridae, yang memiliki 4 serotipe (DENV-1, DENV-2, DENV-3 dan DENV-4) (Menteri Kesehatan RI, 2020). Manusia yang mengalami penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti*.

Pada saat nyamuk *Aedes aegypti* menghisap darah manusia yang kebetulan sedang menderita Demam Berdarah Dengue (DBD), maka virus dengue akan ikut masuk pada tubuh nyamuk. Virus tersebut akan masuk dalam saluran pencernaan hingga akhirnya masuk pada kelenjar ludah. Waktu yang dibutuhkan virus Dengue untuk berkembang biak adalah 8 – 11 hari, secara propogatif agar menjadi infeksi, kemudian virus tersebut akan bersifat infeksi sepanjang hidupnya.

C. Tanda - Tanda Penyakit Demam Berdarah

a. Tanda awal

- 1) Penyakit ini didahului oleh demam tinggi yang mendadak, berlangsung 2-7 hari. Panas dapat turun pada hari ke-5 yang kemudian naik lagi, dan pada hari ke-6 atau ke-7 panas mendadak turun
- 2) tampak lemah dan lesu.
- 3) Seringkali ulu hati terasa nyeri, karena terjadi perdarahan di lambung.

- 4) Tampak bintik bintik merah pada kulit(petekie) seperti bekas gigitan nyamuk disebabkan pecahnya pembuluh darah kapiler di kulit.
- 5) Untuk membedakannya kulit diregangkan, apabila bitnik merah itu hilang, bukan tanda petekie

b. Tanda lanjutan

- 1) Kadang-kadang terjadi pendarahan pada hidung(mimisan)
- 2) Terjadi muntah atau buang air besar bercampur darah
- 3) Bila sudah parah, penderita gelisah, ujung tangan dan kaki dingin berkeringat. Bila tidak segera ditolong dapat meninggal dunia
- 4) Perdarahan ini terjadi di semua organ. Bentuk perdarahan dapat hanya berupa uji Tourniquet (Rumple Leede) positif atau dalam bentuk satu atau lebih manifestasi perdarahan sebagai berikut:
Petekie, Purpura, Ekimosis, Perdarahan konjungtiva,

Epistaksis, Pendarahan gusi, Hematemesis, Melena, dan Hematuri.

D. Pertolongan Pertama pada Penderita Penyakit Demam Berdarah Dengue

Pada awal perjalanan DBD gejala dan tanda tidak spesifik, oleh karena itu masyarakat/keluarga diharapkan waspada jika terdapat gejala dan tanda yang mungkin merupakan awal perjalanan penyakit tersebut

Pada awal perjalanan DBD gejala dan tanda tidak spesifik, oleh karena itu masyarakat/keluarga diharapkan waspada jika terdapat gejala dan tanda yang mungkin merupakan awal perjalanan penyakit tersebut. Gejala dan tanda awal DBD dapat berupa panas tinggi tanpa sebab jelas yang timbul mendadak, terus-menerus selama 2-7 hari, badan lemah/lesu, nyeri ulu hati, tampak bintik-bintik merah pada kulit seperti bekas gigitan nyamuk disebabkan pecahnya pembuluh darah kapiler di kulit. Untuk membedakannya kulit diregangkan bila bintik merah itu hilang, bukan tanda penyakit DBD.

Apabila keluarga/masyarakat menemukan gejala dan tanda di atas, maka pertolongan pertama oleh keluarga adalah sebagai berikut:

1. Tirah baring selama demam
2. Antipiretik (parasetamol) 3 kali I tablet untuk dewasa, 10-15 mg/kgBB/kali untuk anak. Asetosal, salisilat, ibuprofen jangan dipergunakan karena dapat menyebabkan gastritis atau perdarahan.
3. Kompres hangat
4. Minum banyak (1-2 liter/hari), semua cairan diperbolehkan kecuali cairan yang berwarna coklat dan merah (susu coklat, sirup merah).
5. Bila terjadi kejang:
 - a. Jaga lidah agar tidak tergigit
 - b. Kosongkan mulut
 - c. Longgarkan pakaian
 - d. Tidak memberikan apapun lewat mulut selama kejang

Jika dalam 2 hari panas tidak turun atau timbul gejala dan tanda lanjut seperti perdarahan di kulit (seperti bekas

gigitan nyamuk), muntah-muntah, gelisah, mimisan dianjurkan segera dibawa berobat/periksakan ke dokter atau ke unit pelayanan kesehatan untuk segera mendapat pemeriksaan dan pertolongan

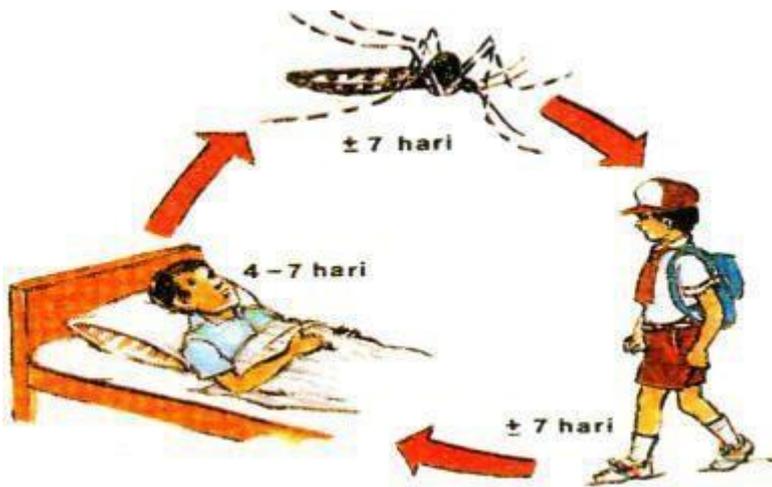
E. Mekanisme Penularan Penyakit Demam Berdarah

Seseorang yang di dalam darahnya mengandung virus dengue merupakan sumber penular demam berdarah dengue (DBD). Virus dengue berada dalam darah selama 4-7 hari mulai 1-2 hari sebelum demam.

Bila penderita DBD digigit nyamuk penular, maka virus dalam darah akan ikut terhisap masuk ke dalam lambung nyamuk, selanjutnya virus akan memperbanyak diri dan tersebar di berbagai jaringan tubuh nyamuk termasuk di dalam kelenjar liurnya. Kira-kira 1(satu) minggu setelah menghisap darah penderita, nyamuk tersebut siap untuk menularkan kepada orang lain (masa inkubasi ekstrinsik). Virus ini akan tetap berada dalam tubuh nyamuk sepanjang hidupnya. Oleh karena itu nyamuk *Aedes aegypti* yang telah menghisap virus dengue menjadi penular (infeksi)

sepanjang hidupnya Penularan ini terjadi karena setiap kali nyamuk menusuk (menggigit), sebelum menghisap darah akan mengeluarkan air liur melalui saluran alat tusuknya (proboscis), agar darah yang diusap tidak membeku.

Bersama air liur inilah virus dengue dipindahkan dari nyamuk ke orang lain. Mekanisme penularan DBD yaitu seperti pada Gambar 2.1 dibawah ini.



Gambar 2. 1 Mekanisme Penularan DBD

BAB 3

PENGENDALIAN DAN UPAYA PENCEGAHAN PENYAKIT DEMAM BERDARAH

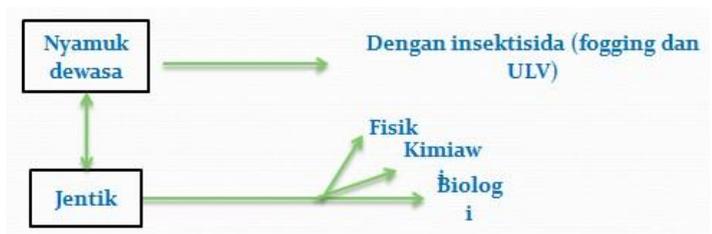
A. Pengendalian Penyakit Demam Berdarah

Upaya yang dilakukan dalam penanggulangan pengendalian penyakit demam berdarah meliputi perawatan penderita, pemberantasan vektor penular DBD, penyuluhan serta evaluasi/penilaian penanggulangan yang telah dilakukan di wilayah terjangkit KLB. Tujuan dari kegiatan tersebut adalah untuk membatasi penularan DBD, sehingga Kejadian Luar biasa (KLB) yang terjadi di suatu wilayah tidak meluas ke wilayah lainnya.

Bentuk kegiatan pengendalian pencegahan penyakit Demam Berdarah adalah dengan cara melakukan fogging yang dilakukan dengan 2 kali siklus dalam interval 1 minggu, Larvasida, PSN dan penyuluhan diseluruh daerah terjangkit,

serta kegiatan penanggulangan lain yang diperlukan seperti melakuakn kerja bakti massal

Pemberantasan nyamuk *Aedes aegypti* sebagai Penular Demam Berdarah Dengue, hingga saat ini Langkah yang paling efektif untuk melakukan pencegahan penyakit demam berdarah adalah dengan dilakukan pemberantasan DBD, sedangkan sampai saat ini vaksin untuk mencegah dan obat untuk membasmi virusnya belum tersedia. Adapun cara pemberantasan terhadap nyamuk dewasa atau jentiknya, seperti gambar bagan dibawah ini:



Gambar 3.1 Bagan Pola Pengendalian Vektor DBD

Berdasarkan UU RI tahun 1984 tentang wabah penyakit, dan Permenkes tahun 1989 tentang wabah KLB, DBD salah satu penyakit yg mempunyai kecenderungan

untuk terjadinya KLB, maka dalam waktu 24 jam setelah diagnosis ditegakan, segera ditindaklanjuti Penyelidikan Epidemiologi (PE) (Kemenkes RI, 2012).

1. Pengertian Penyelidikan Epidemiologi adalah kegiatan pencarian penderita DBD atau tersangka DBD lainnya dan pemeriksaan jentik nyamuk penular DBD ditempat tinggal penderita dan rumah/bangunan sekitarnya, termasuk tempat-tempat umum dalam radius sekurang-kurangnya 100 meter.
2. Tujuan Umum Penyelidikan Epidemiologi adalah untuk mengetahui potensi penularan dan penyebaran DBD lebih lanjut serta tindakan penanggulangan yang perlu dilakukan di wilayah sekitar tempat tinggal penderita
3. Tujuan khusus dari penyelidikan Epidemiologi :
 - a) Mengetahui adanya penderita dan tersangka DBD
 - b) Mengetatahui ada tidaknya jentik *Aedes aegypti*
 - c) Menentukan jenis tindakan (penggulangan Fokus)
4. Langkah Langkah Penyelidikan Epidemiologi (PE)
 - a) Setelah menemukan penderita, catat dibuku harian penderita

- b) Menyiapkan peralatan survei
 - c) Memberitaukan kepada kepala desa/kelurahan, RW, RT bahwa diwilayahnya akan dilaksanakan PE
 - d) Masyarakat dilokasi wil tempat tinggal penderita membantu kelancaran pelaksanaan PE
5. Pelaksanaan PE sebagai berikut :
- a) Petugas Puskesmas memperkenalkan diri, selanjutnya wawancara dengan keluarga penderita
 - b) Bila ditemukan penderita demam tanpa sebab yang jelas, pada saat itu dilakukan pemeriksaan di kulit dan dilakukan uji tourniquet
 - c) Melakukan pemeriksaan jentik pada radius 100 m dari rumah penderita
 - d) Bila penderita anak sekolah , maka PE juga dilakukan disekolah yang bersangkutan
 - e) Hasil adanya penderita DBD lainnya, tersangka dan pemeriksaan jentik dicatat dalam Formulir PE
 - f) Hasil PE segera laporkan kepada Kepala dinas kesehatan, untuk tindak lanjut lapangan dikordinasikan denga Kades/lurah setempat

6. Tindak lanjut hasil PE adalah sebagai berikut :
 - a) Bila ditemukan penderita DBD (1 atau lebih) atau ditemukan 3 atau lebih tersangka DBD dan ditemukan jentik sama dengan atau lebih dari 5% pada rumah/bangunan disekitar rumah penderita, maka dilakukan Pergerakan masyarakat dalam PSN, Larvasida, penyuluhan dan pengasapan (fogging) dirumah penderita sekitar radius 200 meter dilakukan 2 siklus dengan interval waktu 1 minggu
 - b) Bila tidak ditemukan penderita lainnya seperti tersebut diatas, tetap ditemukan jentik > 5 % maka dilakukan pergerakan masyarakat dalam PSN, larvasida dan penyuluhan
 - c) Bila tidak ditemukan penderita lainnya seperti tersebut diatas dan tidak ditemukan jentik, maka hanya dilakukan penyuluhan saja
7. Penanggulangan fokus
 - a) Pengertian fokus adalah kegiatan pemberantasan nyamuk penular DBD yg dilaksanakan dengan melakukan PSN DBD. Larvasida, penyuluhan dan

pengasapan menggunakan insektisida sesuai dengan kreteria.

b) Tujuan : Penanggulanga fokus dilaksanakan untuk membatasi penularan DBD dan mencegah terjadinya KLB dilokasi tempat tinggal penderita DBD dan rumah/bangunan sekitarnya serta tempat-tempat umum yg berpotensi menjadi sumber penularan DBD lebih lanjut

B. Jenis Pengendalian

Pengendalian terhadap jentik *Aedes aegypti* yang dikenal dengan istilah Pengendalian Sarang Nyamuk Demam Berdarah Dengue (PSN DBD) dilakukan dengan cara:

1. Fisik

Cara ini dikenal dengan kegiatan 3M, yaitu Menguras (dan menyikat) bak mandi, bak WC, dan lain-lain; Menutup penampungan air rumah tangga(tempayan, drum, dan lain-lain); serta Mengubur, menyingkirkan atau memusnahkan barang-barang bekas(seperti kaleng, ban, dan lain-lain). Pengurasan tempat-tempat

penampungan air (TPA) perlu dilakukan secara teratur sekurang-kurangnya seminggu sekali agar nyamuk tidak dapat berkembang biak di tempat itu. Pada saat ini telah dikenal pula istilah plus, yaitu kegiatan 3M yang diperluas. Bila PSN DBD dilaksanakan oleh seluruh masyarakat, maka populasi nyamuk *Aedes aegypti* dapat ditekan serendah-rendahnya, sehingga penularan DBD tidak terjadi lagi. Untuk itu upaya penyuluhan dan motivasi kepada masyarakat harus dilakukan secara terus-menerus dan berkesinambungan, karena keberadaan jentik nyamuk berkaitan erat dengan perilaku Masyarakat

2. Kimia

Cara memberantas Jentik *Aedes aegypti* dengan menggunakan insektisida pembasmi jentik (larvasida) ini antara lain dikenal dengan istilah larvasidasi. Larvasida yang biasa digunakan antara lain adalah temephos. Formulasi temephos yang digunakan adalah granules (sand granules). Dosis yang digunakan 1 ppm atau 10 gram (kurang lebih 1 sendok makan rata) untuk

tiap 100 liter air. larvasida dengan temephos ini mempunyai efek residu 3 bulan. Selain itu dapat pula digunakan golongan insect growth regulator.

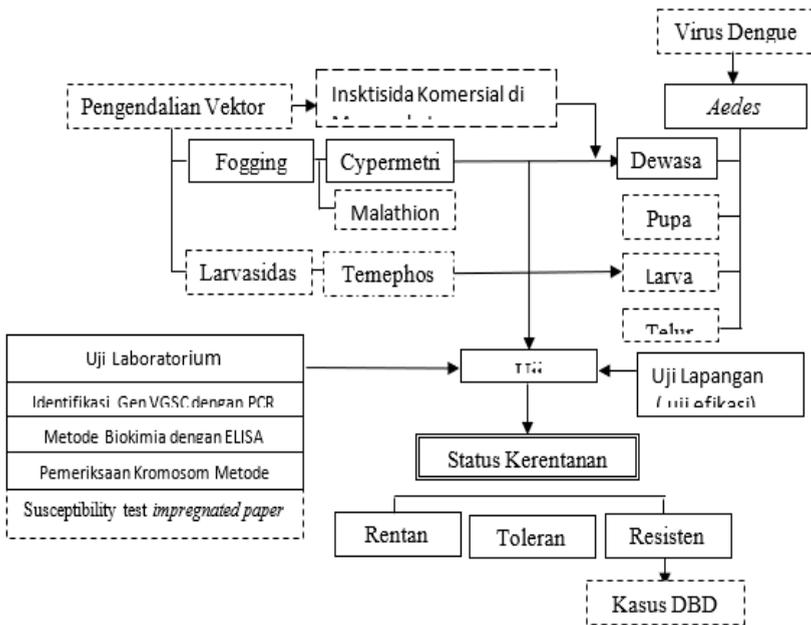
3. Biologi

Misalnya memelihara ikan pemakan jentik (Ikan kepala timah, ikan gupi, ikan cupang/tempalo dan lain-lain). Dapat juga digunakan *Bacillusthuringlensis* var, *Israeliensis* (Bti)

BAB 4

JENIS – JENIS INSEKTISIDA DALAM PROGRAM PENGENDALIAN VEKTOR DBD

Penyebab penyakit DBD yaitu Virus dengue, dimana transmisi penularan penyakit DBD melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti*. Pemutusan mata rantai penularan penyakit, perlu dilakukan pengendalian nyamuk *Aedes aegypti*. Strategi pengendalian didasarkan atas bionomic nyamuk *Aedes aegypti*. Siklus hidup nyamuk tersebut mulai dari telur, larva, pupa & dewasa. Teknik pengendalian stadium dewasa adalah fogging menggunakan insektisida malathion, cypermethrin. Masyarakat secara mandiri juga melakukan pengendalian vector dengan menggunakan insektisida di pasaran. Pengendalian stadium larva yaitu larvasidasi dengan menggunakan Temephos.



Gambar 5. 1 Kerangka Konsep Pengendalian Vektor Penyakit DBD

Insektisida digunakan dalam pengendalian nyamuk untuk mengurangi populasi nyamuk yang dapat menyebabkan penyakit seperti demam berdarah, Zika, dan malaria. Ada beberapa golongan insektisida yang digunakan dalam pengendalian nyamuk, yang pada umumnya golongan :

1. Pyrethroid adalah golongan insektisida yang sangat umum digunakan dalam pengendalian nyamuk. Mereka efektif dalam membunuh nyamuk dewasa dan serangga lainnya. Contoh

piretroid termasuk deltamethrin ($C_{22}H_{19}Br_2NO_3$), permethrin ($C_{21}H_{20}Cl_2O_3$), dan Cypermethrin ($C_{22}H_{19}Cl_2NO_3$). Pyrethroids mempunyai toksisitas rendah pada manusia dan hewan, lebih aman daripada jenis insektisida lainnya. mudah mengalami dekomposisi dalam tanah dan air, sehingga mengurangi dampaknya pada lingkungan, relatif stabil dalam suhu tinggi dan terpapar sinar ultraviolet (UV). Tidak larut dalam air, dan memiliki kemampuan untuk membunuh serangga melalui kontak langsung. Sering digunakan dalam produk berbentuk semprotan serangga atau lapisan permukaan yang serangga sentuh. Pyrethroids dapat menghasilkan residu saat digunakan. Beberapa hama serangga akan mengalami resistensi terhadap pyrethroids. Sifat Pyrethroids adalah mampu bekerja dengan mengganggu sistem saraf serangga yang disebut aktivitas neurotoksik, dengan mempengaruhi kanal natrium dalam sel saraf, sehingga menyebabkan depolarisasi berlebihan dan akhirnya menghentikan transmisi sinyal saraf. Hal ini mengakibatkan paralisis dan kematian serangga.

2. Organofosfat adalah golongan insektisida kimia yang digunakan dalam pengendalian nyamuk. Beberapa contoh organofosfat yang digunakan meliputi malathion dan diazinon. Namun, penggunaan organofosfat telah berkurang karena kekhawatiran terkait dengan dampak negatifnya pada kesehatan manusia dan lingkungan.
3. Karbofuran adalah insektisida yang dapat digunakan dalam pengendalian nyamuk. Namun, penggunaannya juga telah dibatasi karena dampak negatifnya pada lingkungan dan kesehatan manusia.
4. Larvasida adalah insektisida yang digunakan untuk mengendalikan larva nyamuk sebelum mereka menjadi nyamuk dewasa. Larvasida dapat digunakan dalam bentuk tablet, bubuk, atau larvasida bakteri seperti *Bacillus thuringiensis israelensis* (BTI).
5. Insektisida biologis menggunakan organisme hidup atau produk yang dihasilkan oleh organisme untuk mengendalikan nyamuk. Contohnya adalah penggunaan ikan pemakan larva nyamuk atau larva nyamuk yang

dimodifikasi genetik untuk menghasilkan protein yang membunuh nyamuk.

6. Beberapa insektisida berbasis minyak, seperti minyak neem, dapat digunakan untuk mengendalikan nyamuk. Minyak ini umumnya dianggap lebih ramah lingkungan.
7. Insektisida jaringan adalah bahan yang diterapkan pada permukaan yang dapat dijangkau oleh nyamuk, seperti kelambu yang telah diperlakukan dengan insektisida.
8. Insektisida Komersial

Insektisida komersial yang di masyarakat dalam bentuk bakar, semprot, spray/aerosol, elektrik dan oles/repellent. Masyarakat Provinsi Sulawesi Barat banyak memakai obat nyamuk, berbahan aktif jenis D-Allethrin, yang kedua Dimefluthrin dan yang ke 3 yaitu Transfluthrin. Bahan aktif yang banyak terdapat dalam insektisida komersial seperti D-Allethrin, Propoxur, Cypermetrin, Pralethrin, Transfluthrin, Dimefluthrin, Metofluthrin dan DEET (Mustafa et al., 2020).

BAB 5

UJI RESISTENSI NYAMUK

Aedes aegypti

TERHADAP INSEKTISIDA

Dampak samping penggunaan insektisida yang berlebihan atau tidak tepat adalah serangga menjadi resistensi. Nyamuk *Aedes aegypti* yang terinfeksi virus dengue dan resisten terhadap insektisida. Penggunaan insektisida pada pengendalian populasi nyamuk, menyebabkan tekanan seleksi atas individu nyamuk yang memiliki kemampuan untuk tetap hidup bila kontak dengan insektisida dengan mekanisme berbeda.

Resistensi bersifat diturunkan dan merupakan rintangan tunggal dalam keberhasilan pengendalian vector secara kimia. Deteksi resistensi vector terhadap insektisida dapat dilakukan dengan cara: 1. Deteksi secara konvensional dengan menggunakan metode standar WHO Susceptibility test menggunakan impregnated paper, 2. Deteksi secara biokimia

atau enzimatis menggunakan microplate, 3. Deteksi secara molekuler. Resistensi secara umum dikenal 3 tipe yaitu :

1. Virgour tolerance, sedikit kenaikan toleransi terhadap satu atau beberapa insektisida (penurunan kerentanan), dihasilkan dari seleksi kontinyu populasi serangga yang tidak memiliki gen spesifik untuk resistensi terhadap insektisida tertentu. Toleransi juga disebabkan oleh variasi karakteristik morfofisiologis, seperti ukuran kutikula tebal dan tingginya kandungan lemak berperan dalam fenomena resistensi non-spesifik.
2. Resistensi fisiologis, populasi serangga mungkin terseleksi untuk tetap hidup terhadap tekanan insektisida tertentu oleh mekanisme fisiologis yang berbeda (enzim mendetoksifikasi, timbunan insektisida dalam lemak). Dalam beberapa contoh nyamuk yang resisten dapat meningkat akibat penggunaan insektisida. Resistensi sejati (true resistance) mungkin spesifik atau mungkin cross resistance terhadap bahan kimia lain. Cross resistance dihasilkan oleh insektisida yang tergolong dalam grup yang sama, misalnya dieldrin menyebabkan resisten terhadap hydrocarbon chlorinated (HCH) dan

sebaliknya. Populasi yang resisten DDT dapat juga menjadi resisten terhadap analog DDT. Investigasi cermat mengenai populasi resisten dan populasi rentan dari strain yang murni secara genetic telah menunjukkan bahwa spesifik resisten adalah sebagai kontrol aturan yang disebabkan oleh mekanisme gen tunggal sebagaimana resistensi terhadap dieldrin. Tipe resistensi ini adalah reversible (dapat pulih seperti semula) ketika tekanan insektisida dihilangkan, tetapi kerentanannya jarang dapat kembali ke nilai sebelumnya dan menurun kembali dengan cepat manakala penggunaan insektisida dimulai lagi.

3. Resistensi perilaku (resistensi behaviouristic), adalah kemampuan populasi nyamuk lari / menghindar dari efek insektisida karena perilaku alamiah atau modifikasi perilaku mereka (induced behavior) akibat insektisida. Hal ini dilakukan dengan cara menghindari dari permukaan atau udara yang mendapat perlakuan insektisida atau memperpendek periode kontak.

Ada tiga mekanisme dasar yang berperan dalam proses terjadinya resistensi / perubahan status kerentanan serangga terhadap insektisida (Sucipto, 2011), diantaranya:

- a Peningkatan metabolisme toksikan (insektisida) dalam tubuh serangga dengan enzim mixed function oxidase, hidrolase, esterase dan glutathione-S-transferase.
- b Perubahan sensitivitas tempat sasaran dalam tubuh serangga, yang berupa insensitivitas saraf dan insensitivitas enzim asetilkolinesterase (AChE).
- c Penurunan penetrasi toksikan (insektisida) ke arah tempat aktif (saraf dan AChE).

Proses terjadinya penurunan kerentanan (resistensi) pada beberapa serangga termasuk nyamuk dapat dipengaruhi oleh tiga faktor, yaitu:

1. Faktor genetik, diketahui adanya sejumlah gen yang berperan dalam pengendalian resisten (R-gen), baik dominan atau resesif, homozygote maupun heterozygote yang terdapat pada nyamuk maupun serangga lainnya. Faktor genetik seperti gen-gen yang menjadi pembentukan enzim esterase, yang dapat menyebabkan resisten serangga terhadap insektisida

organofosfat dan atau pyretroid. Faktor genetik lain seperti adanya gen knock down resistance (kdr) sehingga serangga resisten terhadap DDT dan dieldrin.

2. Faktor biologis, meliputi biotik (adanya pergantian generasi, perkawinan monogamy atau poligami dan waktu berakhirnya perkembangan setiap generasi pada serangga di alam).
3. Faktor operasional, meliputi bahan kimia yang digunakan dalam pengendalian vektor (golongan insektisida, kesamaan target dan sifat insektisida yang pernah digunakan, resisten residu dan formulasi insektisida yang digunakan) serta aplikasi insektisida tersebut di lapangan (cara aplikasi, frekuensi, dan lama pemakaian). Faktor operasional merupakan tekanan seleksi terhadap populasi serangga. Faktor operasional pertama adalah jenis insektisida yang digunakan. Jenis insektisida yang satu ternyata menyebabkan proses terjadinya resistensi lebih cepat dibandingkan dengan insektisida lainnya. Ada insektisida yang digunakan selama berpuluh-puluh tahun tidak menimbulkan resistensi, tetapi ada insektisida yang baru dipakai beberapa tahun sudah menimbulkan resistensi. Penggunaan insektisida lain

sebelumnya juga memiliki pengaruh (cross resistance). Misalnya telah diketahui adanya cross resistance antara DDT dan insektisida piretroid. Demikian halnya populasi serangga yang sudah kebal terhadap insektisida golongan organofosfat cenderung resisten terhadap insektisida karbamat. Penggunaan insektisida secara terus menerus cenderung mempercepat proses terjadinya resistensi serangga. Kunjangtara penggunaan insektisida secara bergantian dengan insektisida dari kelompok kimia yang berbeda dan cara kerja yang berbeda akan menghambat terjadinya resistensi serangga.

Uji resistensi dapat dilakukan secara laboratorium meliputi Biokimia, Identifikasi Gen VGSC dan uji Susceptibility test impregnated paper dan uji lapangan yaitu uji efikasi. Nyamuk yang digunakan dalam biota uji efikasi adalah nyamuk *Aedes aegypti* berumur 3-4 hari, dengan jumlah 20 ekor nyamuk betina setiap kurungan. Nyamuk *Aedes aegypti* dimasukkan dalam kurungan berbahan kelambu. Kurungan ditempatkan dalam ruangan yang berukuran 3 x 3 m². Digantung sangkar

nyamuk dengan ketinggian dari lantai 2-3 meter, lalu dilakukan Thermal fogging pada ruang tersebut kurang lebih selama 1 menit. Uji efikasi ini disiapkan 2 ruangan, satu ruangan untuk intervensi/ uji dan satu ruang sebagai control.

Pemaparan dilakukan selama 60 menit, setiap 10 menit dilakukan pengamatan kematian nyamuk dan dilakukan dalam waktu 1 jam. kemudian nyamuk yang masih hidup dimasukkan dalam papar cup diberi air gula untuk dilakukan masa pemulihan nyamuk *Aedes aegypti* selama 24 jam dan dihitung kematian nyamuk. Kriteria efikasi berdasarkan waktu nyamuk *Aedes aegypti* setelah mengalami pemaparan 60 menit jumlah kematian nyamuk *Aedes aegypti* $\geq 98\%$ (nyamuk tersebut masih rentan terhadap insektisida Chypermetrin 0,05 % (V/V). Berikut beberapa cara uji resistensi nyamuk *Aedes aegypti* adalah sebagai berikut :

A. Uji Resistensi dengan Susceptibility test

Uji efikasi adalah uji lapangan yang bisa dilakukan dengan cara membuat rumah atau ruang sebagai tempat uji lapangan. Uji ini untuk melihat seberapa besar pengaruh daya bunuh insektisida yang di berikan kepada nyamuk.

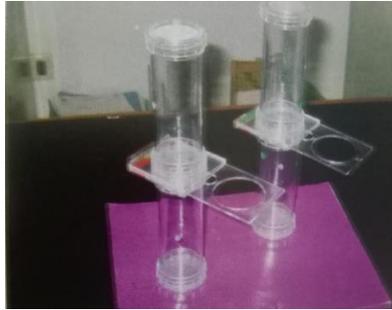
Dasar kriteria efikasi adalah waktu pingsan/tidak berdayanya nyamuk setelah mendapatkan Thermal fogging "knok down time" 50 % dan 95 % dari nyamuk uji. "Knockdown" adalah istilah yang digunakan dalam biologi molekuler untuk menggambarkan penurunan atau pengurangan tingkat ekspresi gen tertentu dalam sel atau organisme. Nyamuk pingsan dan kematian nyamuk uji pada kontrol dengan rumus sebagai berikut : (Rumus Abbot, 1995) (Boesri, Hasan, 2008).

Uji resistensi dilakukan pada nyamuk dewasa *Aedes aegypti* dengan Metode standar WHO Susceptibility test menggunakan impregnated paper. Berikut adalah langkah-langkah umum untuk melakukan Uji efikasi pada biota uji:

1. Alat dan Bahan untuk Uji Resistensi adalah sebagai berikut :
 - a. Kertas berminyak/ Risella oil-impregnated, yang akan digunakan untuk pembanding (kontrol)
 - b. Kertas berinsektisida (insecticide imprenated paper) dengan berbagai konsentrasi
 - c. Kertas putih biasa

- d. 8 buah tabung percobaan dengan tanah merah (exposure tube) terbuat dari plastik
- e. 10 buah tabung penyimpanan nyamuk, dengan tanda hijau (holding tube) untuk menyimpan nyamuk sebelum dan sesudah pengujian. Masing-masing tabung disertai dengan "slide" plastik yang dapat digeser-geser pada waktu memindahkan nyamuk
- f. 20 cincin yang terbuat dari tembaga (coper), dan 20 buah cincin terbuat dari perak (silver)
- g. Aspirator
- h. Sling hygrometer dan termometer maksimum/minimum
- i. Pengukur waktu (timer)
- j. Kotak penyimpanan tabung percobaan
- k. Handuk kecil/pelepah daun pisang
- l. Larutan air gula
- m. Kapas
- n. Gelas kertas
- o. Kain kasa dan karet gelang

- p. kertas berinsektisida cypermethrin/insecticide
impregnated paper 0,05%
- q. Sejumlah spesies nyamuk yang akan diuji coba



Gambar 5.2 Susceptibility Test Kits
(Permenkes RI, 2010)

2. Prosedur Kerja

a. Persiapan

- 1) Menentukan lokasi yang akan dilakukan uji kerentanan
- 2) Menghubungi pejabat/masyarakat dilokasi yang akan dilaksanakan uji
- 3) Mempersiapkan bahan dan peralatan untuk uji
- 4) Menentukan petugas yang akan melakukan uji

b. Pelaksanaan Uji Kerentanan

- 1) Menggunakan nyamuk hasil riring generasi ke tiga dari seluruh kabupaten Kediri dipilih jenis kelamin betina, nyamuk sebelum diuji diberi makan terlebih dahulu secara kenyang
- 2) Sediakan 4-5 tabung yang berwarna bintik merah (standar WHO). Pada tiap-tiap tabung dimasukan impregnated paper (kertas insektisida) sesuai dengan insektisida yang diperlukan atau yang akan digunakan.
- 3) Selanjutnya ke dalam tabung uji dimasukkan 20-25 ekor *Aedes aegypti* (vektor atau tersangka vektor), dengan kondisi yang sama penuh darah (kenyang)
- 4) Lama kontak dengan insektisida tersebut $\frac{1}{2}$ - 1 jam tergantung dari insektisida yang digunakan
- 5) Untuk kontrol digunakan 1-2 tabung uji berwarna bintik hijau, dimasukan kertas yang tidak mengandung insektisida (Risella oil paper). Kedalam tabung kontrol kemudian dimasukkan

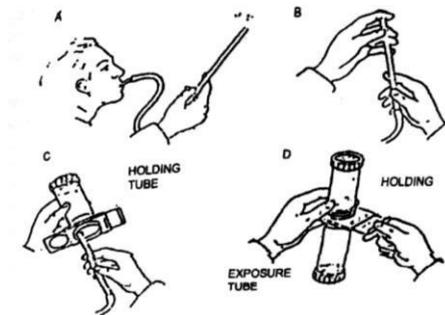
20-25 ekor nyamuk *Aedes aegypti* pada setiap tabung. Selama uji (pernapasan) dicatat temperatur dan kelembaban nisbinya, masing-masing dengan temperatur max/min dan sling hygrometer.

- 6) Kontak juga dilakukan untuk nyamuk kontrol dengan Risella oil paper $\frac{1}{2}$ - 1 jam,.
- 7) Setelah nyamuk uji dan nyamuk kontrol dikontakkan selama $\frac{1}{2}$ - 1 jam, maka nyamuk tersebut dipindahkan ke dalam gelas kerta (paper cup) dan dibiarkan disimpan selama 24 jam.
- 8) Selama penyimpanan dicatat temperatur minimum/maksimum dan kelembaban nisbi udaranya ditempat uji
- 9) Agar selama penyimpanan nyamuk-nyamuk itu tidak mati/kekeringan, maka perlu diberikan handuk basah atau daun pelepah pisang selama pengamatan 24 jam

- 10) Setelah 24 jam pengamatan nyamuk diperiksa dan dihitung berapa yang mati dan beberapa ekor yang masih hidup
- 11) Nyamuk F3 *Aedes aegypti* dengan kondisi perut kenyang darah (fully fed), paparkan dengan cypermetrin selama 15, 30, 45 dan 60 menit,
- 12) Sediakan 2 tabung uji berbintik hijau dan masukkan kertas yang tidak mengandung insektisida untuk kontrol, kemudian masukkan 20 ekor nyamuk dengan kondisi perut kenyang darah (fully fed).
- 13) Selama pemaparan dicatat suhu dan kelembabannya, setelah nyamuk uji dan nyamuk kontrol dipaparkan, kemudian nyamuk tersebut dipindahkan ke dalam paper cup, dan dibiarkan disimpan selama 24 jam.
- 14) selama penyimpanan dicatat suhu dan kelembaban, agar selama penyimpanan nyamuk tersebut tidak mati, maka diberi handuk basah

selama penyimpanan 24 jam, hasil uji dicatat di lembar observasi.

- 15) Tabung uji dengan tanda merah (exposure tube), 3 buah tabung penyimpanan nyamuk dengan tanda hijau (holding tube). Masing-masing holding tube dengan "slide" plastic yang dapat digeser-geser pada waktu memindahkan nyamuk, 1 tabung control,



Gambar 5.3 Cara Penggunaan alat
Susceptibility Test Kits (Modul Entomologi
Malaria, 2017)

- 16) Hasil uji kerentanan dan pengamatan dicatat dalam form Ent.

Kriteria kerentanan serangga WHO (2016) adalah:

- a) Kematian $\geq 98\%$ = susceptible/rentan/peka
- b) Kematian antara 90-97% = toleran
- c) Kematian $< 90\%$ = resisten

Persen nyamuk pingsan/mati =

$$\frac{\text{Jumlah nyamuk pingsan/mati}}{\text{jumlah nyamuk uji}} \times 100$$

Koreksi data

Apabila persen nyamuk yang mati pada kontrol (5-20%) maka data harus dikoreksi dengan rumus Abbot sebagai berikut :

Koreksi Kematian

$$= \frac{\%kematian perlakuan - \%kematian kontrol}{100 - \%kematian kontrol} \times 100$$

Apabila nyamuk pada kontrol kematiannya lebih besar dari 20%, maka pengujiannya ini dianggap gagal dan harus diulang. Uji Efikasi insektisida nyamuk dinyatakan baik, apabila kematian menunjukkan

persentase antara 98-100% (Rumus Abbot, 1995)
(Boesri, Hasan, 2008).

B. Uji Resistensi Laboratorium dengan Metode ELISA

ELISA adalah kependekan dari Enzyme-linked immunosorbent assay, Elisa merupakan teknik/ metode yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan atau konsentrasi spesifik antigen atau antibodi dalam sampel biologis. Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) merupakan teknik deteksi secara kuantifikasi protein, peptida, hormon dan antibodi. Metode ELISA, antigen harus diimobilisasi ke permukaan yang solid dan kemudian ditambahkan antibodi yang berikatan dengan enzim. Deteksi dinilai dari aktivitas enzim konjugat yang telah di inkubasi dengan substrat. Elemen penting dalam deteksi menggunakan ELISA adalah melihat interaksi spesifik antigen antibodi. Berikut adalah langkah-langkah umum untuk melakukan uji ELISA pada biota uji:

1. Bahan :
 - a. Substrate solution : α -naphthyl acetate dalam

acetone (6 g/L) dicampur dengan 50 ml phosphate buffer solution (PBS) dengan konsentrasi 0.02 M dan pH 7.0

- b. Coupling reagent : berisi 150mg Fast Blue B salt dalam 15 ml aquadest (H₂O) dan 35 ml aqueous sodium dodecyl sulfate (5% w/v).

2. Cara kerja :

- a. Nyamuk dewasa secara sendiri-sendiri di homogenisasi dengan 200ul aquadest (pada es).
- b. Homogenate yang didapat kemudian di sentrifuse 14,000×rpm at 4 °C selama 1 menit dan supernatant diambil untuk pengujian
- c. Ambil 50ul supernatant dan masukkan dalam well microplate. Tiap sampel dilakukan replikasi sebanyak 3x.
- d. Ambil 50ul substrate solution fresh dan masukkan dalam tiap well sampel. Inkubasi selama 60 detik
- e. Kemudian tambahkan 50ul coupling reagen ke dalam tiap well dan inkubasi selama 10 menit di suhu ruang.

- f. Ketika warna merah yang terbentuk berubah menjadi biru, hentikan segera reaksi dengan menambahkan 50ul asam asetat 10% pada tiap well.
- g. Segera baca plate pada mesin plate reader dengan λ 450 nm
- h. Intensitas warna akhir juga dapat dinilai dengan mata normal dengan scoring:
- 0 = colorless;
- 1 = light blue;
- 2 = greenish blue
- 3 = dark blue

3. Interpretasi data :

Warna	Pengamatan Mata	Nilai Absorbansi	Status Susceptibilities
colorless to light blue	< 2.0	0.100-0.700	Susceptible (SS)
greenish blue to blue	2.0 to 2.5	0.701-0.900	Moderately resistant (RS)
dark blue	2.6 to 3.0	\geq 0.901	Highly resistant (RR)

Uji resistensi secara biokimia dengan menggunakan DNA (Deoxyribosa Nucleic Acid) yaitu dengan mengetahui asam nukleat yang berada di dalam dan atau di luar inti sel (nukleus) pada biota uji sebagai materi genetik. Salah satu uji metode tersebut dengan menggunakan **Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA)**, Adapun hasil nilai absorbansi dan gambar yang menunjukkan resistensi dapat dilihat pada table di bawah ini.

Absorbensi Uji Enzyme Esterase Non Specific	Biota Uji (nyamuk)				
	R0	R1	R2	R3	R4
Warna	 Bening-kebiruan	 Bening-kebiruan	 Kebiruan	 Biru kemerahan	 Merah kecoklatan
Nilai Absorben	0,276	0,257	0,335	0,488	0,543

Ket :

RO : Turunan ke 3 Biota Uji (nyamuk) awal (sebelum terjadi paparan insektisida chypermetrin 0,05%)

R1 : Turunan ke 4 setelah dilakukan paparan insektisida chypermetrin 0,05%

R2 : Turunan ke 5 setelah dilakukan paparan insektisida chypermetrin 0,05%

R3 : Turunan ke 6 setelah dilakukan paparan insektisida chypermetrin 0,05%

R4 : Turunan ke 7 setelah dilakukan paparan insektisida chypermetrin 0,05%

Nilai absorbansi enzyme Esterase Non specific yang diperoleh dari turunan nyamuk ke 3 yang tidak mengalami paparan insektisida chypermetrin 0,05% dan mulai Turunan ke 4 sampai ke 7 yang dipaparkan insektisida chypermetrin 0,05% masih berada di pengamatan mata < 2.0 yang artinya nilai Absorbansi masih diantara 0.100-0.700, sedangkah dilihat dari angka hasil uji non Esterase pada Tabel 2 menunjukkan nilai semakin meningkat, nilai absorbansi awal biota uji (nyamuk) sebelum pemaparan insektisida Chypermetrin 0,05% rata rata 0,276 sampai turunan ke 6 biota uji (nyamuk) menunjukkan kenaikan nilai absorbansi

0,488 dimana untuk **Status Susceptibilities** pada interval tersebut masih dalam status susceptible (SS)

C. Uji Resistensi di Laboratorium dengan Metode PCR

Polymerase Chain Reaction (PCR) adalah teknik biologi molekuler, yang menggunakan rantai DNA spesifik seperti melihat fungsi gen. PCR ini membutuhkan teknik sebuah Enzim DNA polymerase. DNA polimerase digunakan untuk proses PCR. Enzim DNA polimerase stabil diisolasi dari bakteri termofilik ekstrem yaitu *Thermus aquaticus*. Berikut adalah langkah-langkah umum untuk melakukan uji PCR pada biota uji:

1. Alat:

Tabung 15 ml, Tissue rupture, sentrifus, tabung 1.5 ml, PCR tube, mesin thermal cycler, UV box Electroforesis system

2. Bahan:

PBS steril, GENEzol, Klorofom, ethanol 100%, ethanol 70%, sodium sitrat (0.1 Sodium sitrat dalam ethanol 10 %), NaOH 8mM, 10 x KOD Buffer, KOD Plus, MgSO₄, dNTP, PCR grade water, Primer M1-F common, Primer M1-P specific, M1-S specific, Primer M2-R common, , agarose S, TBE 1x

3. Metode:

a. Ekstraksi DNA

- 1) Sebanyak 50-100 mg sampel ditambahkan 1mL GENEzol.

- 2) Sampel dihomogenisasi menggunakan tissue ruptore hingga tergerus dengan baik
- 3) Inkubasi dalam suhu ruang selama 5 menit
- 4) Sampel dipindahkan pada tabung baru
- 5) Klorofom sebanyak 200 μ l ditambahkan pada sampel per 1 mL GENEzol dan campur dengan baik selama 10 detik
- 6) Sentrifus 12000 x g selama 15 menit pada suhu 4oC
- 7) Aqueous phase pada bagian atas dibuang dengan hati-hati dan interphase dan organic phase dilanjutkan untuk ekstrasi DNA
- 8) Sebanyak 300 μ l ethanol absolut ditambahkan , dicampur dengan cara inverting beberapa kali, inkubasi suhu ruang 5 menit dan disentrifus 2000xg selama 5 menit suhu 4oC
- 9) Supernatan dibuang
- 10) Sebanyak 1 mL larutan sodium sitrat (0.1 Sodium sitrat dalam ethanol 10 %) ditambahkan , inkubasi suhu ruang 30 menit dan disentrifus 2000xg selama 5 menit suhu 4oC
- 11) Supernatan dibuang dan step no 10 diulang kembali
- 12) Sebanyak 1.5 mL ethanol 70% ditambahkan , inkubasi suhu ruang 10 menit dan disentrifus 2000xg selama 5 menit suhu 4oC

- 13) Buang supernatant dan kering anginkan DNA pellet selama 10 menit dalam suhu ruang
- 14) Sebanyak 300 µl NaOH 8mM ditambahkan , inkubasi 55-60oC 10 menit dan disentrifus 12000xg selama 10 menit
- 15) Supernatan dipindahkan kedalam tabung 1.5 mL yang baru
- 16) DNA sampel dilanjutkan untuk proses PCR

b. PCR

1) P-specific

Komponen	Volume per reaksi
PCR Mix (Gotaq green)Primer M1-	12.5 µl
F common Primer M1-P specific	0.67 µl
Primer M2-R common Nuclease	0.67 µl
free water	0.67 µl 5.5
Template DNA	5 µl
Total volume reaksi	25 µl

2) S-specific

Komponen	Volume per reaksi
PCR Mix (Gotaq green)Primer M1-	12.5 µl
F common Primer M1-S specific	0.67 µl
Primer M2-R common Nuclease	0.67 µl
free water	0.67 µl 5.5
Template DNA	5 µl
Total volume reaksi	25 µl

Mix komponen tersebut dalam PCR tube, spindown beberapa detik dan dimasukkan dalam thermalcycler dengan program sebagai berikut:

3) Program running

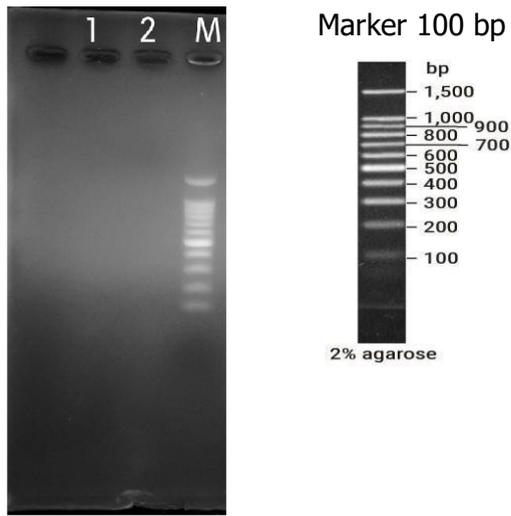
Initial : 94°C selama 3 menit
Denaturasi : 94°C selama 30 detik
Annealing : 62°C selama 30 detik 35 siklus
Extension : 72°C selama 1 menit
Final Extension : 72°C selama 7 menit

4) Visualisasi produk pcr : Elektroforesis

- a) Membuat agarose 2% dalam TBE1x dan dimasukkan dalam well cetakan
- b) Sebanyak 5 µl sampel ditambah 1 µl loading dye dimasukkan dalam masing-masing well
- c) Sebanyak 3 µl marker 100 bp dimasukkan dalam well marker
- d) Running pada 100V selama 30 menit
- e) Visualisasi gel menggunakan UV

4. Gambaran bentuk DNA (deoxyribonucleic acid) atau RNA (ribonucleic acid)

Identifikasi resistensi dengan mendeteksi material genetic dari sel nyamuk. Material genetic pada nyamuk dalam bentuk DNA (deoxyribonucleic acid) atau RNA (ribonucleic acid), kedua genetic tersebut hanya dibedakan pada rantai yang ada pada nyamuk.



Gambar 5.4 Hasil Pembacaan Band dengan Marker
100 bp

M1 = Marker 100bp

1= Nyamuk Biota uji yang terpapar insektisida (primer P specific-R1)

2= Nyamuk Biota uji yang terpapar insektisida (primer S specific-R2)

Hasil :

Sampel R1 dan R2 = band tidak keluar

Hasil deteksi resistensi pada nyamuk biota uji yang telah terpapar insektisida Chypermetrin 0,05% menunjukkan band tidak Nampak/tidak keluar. Identifikasi resistensi dilakukan dengan menggunakan material genetic yaitu Gen VGSC (Voltage Gated Sodium Channel) metode PCR (Polymerase Chain Reaction).

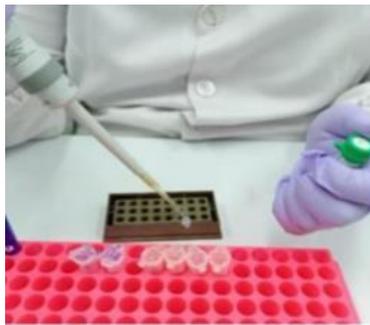
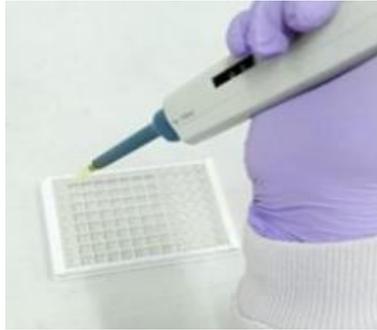
Gen VGSC (Voltage-Gated Sodium Channel) adalah gen yang mengodekan protein saluran natrium yang diatur oleh tegangan dalam sel saraf dan otot. Saluran natrium ini memiliki peran kritis dalam transmisi sinyal listrik di sel saraf dan otot. Gen VGSC ditemukan pada berbagai organisme. Mutasi atau variasi genetik pada Gen VGSC dapat mempengaruhi fungsi saluran natrium tersebut. Beberapa mutasi pada Gen VGSC pada nyamuk dapat menyebabkan resistensi terhadap insektisida tertentu. Resistensi insektisida yang terkait dengan Gen VGSC seringkali melibatkan perubahan struktural dalam saluran natrium, sehingga insektisida tidak lagi efektif dalam memengaruhi sistem saraf nyamuk (Bickersmith et al., 2023).

PCR digunakan untuk mengamplifikasi dan mendeteksi fragmen DNA yang spesifik dari Gen VGSC. Hasil PCR tidak menunjukkan band/pita pada gen nyamuk, mengindikasikan bahwa nyamuk sebagai biota uji tersebut mungkin telah mengalami perubahan

genetik (mutasi) pada Gen VGSC setelah paparan insektisida. Tidak adanya band/pita pada turunan ke-4 hingga ke-7 menunjukkan bahwa nyamuk dalam populasi tersebut tidak lagi memiliki gen VGSC yang responsif terhadap insektisida Cypermethrin. Gen VGSC adalah target umum dari insektisida Cypermethrin, dan kehadiran mutasi pada gen tersebut dapat mengakibatkan resistensi terhadap insektisida. Penemuan ini menunjukkan bahwa populasi nyamuk dalam keturunan tersebut mungkin telah mengalami perubahan genetik atau mutasi pada gen VGSC sebagai respons terhadap paparan insektisida Cypermethrin. Mutasi pada gen VGSC dapat menghasilkan perubahan struktur yang membuat insektisida tidak lagi efektif dalam mengendalikan populasi nyamuk, karena target utamanya telah mengalami modifikasi. Ketidakmampuan mendeteksi pita atau band pada gen VGSC menunjukkan bahwa gen tersebut kemungkinan tidak lagi responsif terhadap insektisida Cypermethrin. Oleh karena itu, dapat diartikan bahwa populasi nyamuk tersebut telah mengembangkan resistensi terhadap insektisida tersebut, dan hal ini dapat menjadi masalah serius dalam upaya pengendalian populasi nyamuk, karena insektisida yang biasanya efektif sekarang tidak lagi memberikan hasil yang diharapkan.



Gambar 5.5 Alat PCR set, (a) thermal cycler-merk thermo, (b) alat elektroforesis-merk mupid-Ex



Gambar 5.6 (a) Pemeriksaan Laboratorium Uji Enzim,
(b) Pemeriksaan Laboratorium PCR

DAFTAR PUSTAKA

- Ariani, A. P. (2016). Demam Berdarah Dengue (DBD). <http://sippanon.bantenprov.go.id:8123/inlilite3/opac/detail-opac?id=28456>
- Bickersmith, S. A., Jurczynski, J. D., Sallum, M. A. M., Chaves, L. S. M., Bergo, E. S., Rodriguez, G. A. D., Morante, C. A., Rios, C. T., Saavedra, M. P., & Alava, F. (2023). Mutations Linked to Insecticide Resistance Not Detected in the Ace-1 or VGSC Genes in *Nyssorhynchus darlingi* from Multiple Localities in Amazonian Brazil and Peru. *Genes*, 14(10), 1892.
- Boesri, Hasan, and D. T. B. (2008). Perbandingan kematian nyamuk *Aedes Aegypti* pada penyemprotan Aerosystem menggunakan Bifenthrin dengan sistem Thermal Fogging menggunakan Malathion. *Jurnal Kedokteran YARSI*, 16(2). <http://academicjournal.yarsi.ac.id/index.php/jurnal-fk-yarsi/article/view/242>
- Catherine Zettel, P. K. (2016). Yellow Fever Mosquito *Aedes aegypti* (Linnaeus) (insecta diptera : culicidae).
- Dinata, Y. A. (2016). Rahasia Daya Tahan Hidup Nyamuk

Demam Berdarah.
<https://wavesiana.blogspot.com/2014/06/download-ebook-pdf-rahasia-daya-tahan.html>

Elviani, E., Lucky, H., & Sardjito, E. W. (2019). Larvitrap Tipe Sekat dengan Nyamuk Aedes yang Terjebak. In Thesis, Poltekkes Kemenkes Yogyakarta (Vol. 53, Issue 9).

Haditomo, I. (2010). Efek Larvasida Ekstrak Daun Cengkeh (*Syzygium aromaticum* L .) Terhadap *Aedes aegypti* L . In Skripsi.

Kemenkes RI. (2012). Pedoman Penggunaan Insektisida (Pestisida) Dalam Pengendalian Vektor. In Kemenkes RI (Vol. 623, Issue 95).

Menteri Kesehatan RI. (2020). Keputusan Menteri Kesehatan RI No.HK.01.07/MENKES/9845/2020 Tentang Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran Tata Laksana Infeksi Dengue Pada Dewasa.

Mubarak. (2020). *Aedes aegypti* dan Status Kerentanan (Pertama (ed.)). IKAPI Nomor 237/JTI/2019. https://books.google.co.id/books/about/AEDES_AEGYPTI_DAN_STATUS_KERENTANAN.html?id=TRkFEAAAQBAJ&redir_esc=y

Mustafa, H., Maksud, M., Risti, A. N., & Widayati, M. (2020). Efektivitas Anti Nyamuk Bakar berbagai Merk terhadap *Aedes Aegypti*. Prosiding SNPBS (Seminar Nasional Pendidikan Biologi Dan Saintek).

Permenkes RI. (2010). Permenkes RI Nomor

374/MENKES/PER/III/2010 Tentang Pengendalian Vektor.

Ringga, F., Susanto, H., Yohana, A., & Yudhastuti, R. (2013). Model Pengendalian Demam Berdarah. Kesehatan Masyarakat Nasional, 7(11). <https://media.neliti.com/media/publications/39583-ID-model-pengendalian-demam-berdarah-dengue.pdf>

Sucipto, C. D. (2011). Vektor Penyakit Tropis. Gosyen Publishing.

Velayudhan, R. R. (2016). Monitoring and Managing Insecticide Resistance in *Aedes* mosquito Populations. In Who (Vol. 16, Issue 10665). <https://apps.who.int/iris/handle/10665/204588>

WHO. (2005). Guidelines for laboratory and field testing of mosquito larvicides. In World Health Organization. http://whqlibdoc.who.int/hq/2005/WHO_CDS_WHOPE_S_GCDPP_2005.13.pdf?ua=1